

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Kiyoshi HASEGAWA et al.
Title: LAPPING APPARATUS AND LAPPING METHOD
Appl. No.: Unassigned
Filing Date: 02/10/2004
Examiner: Unassigned
Art Unit: Unassigned

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

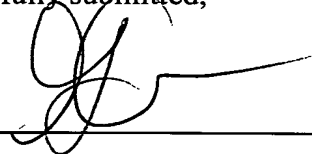
Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith are certified copies of said original foreign applications:

- JAPAN Patent Application No. 2003-034065 filed 02/12/2003.
- JAPAN Patent Application No. 2003-034050 filed 02/12/2003.

Respectfully submitted,

By 

Date February 10, 2004

FOLEY & LARDNER
Customer Number: 22428
Telephone: (202) 672-5426
Facsimile: (202) 672-5399

Glenn Law
Attorney for Applicant
Registration No. 34,371

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 1 2 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 3 4 0 6 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 3 4 0 6 5]

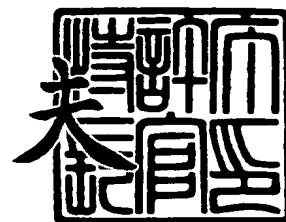
出 願 人 日 産 自 動 車 株 式 会 社
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 2 月 1 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-01822

【提出日】 平成15年 2月12日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 B24B 37/02

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会
社内

【氏名】 武田 和夫

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会
社内

【氏名】 飯泉 雅彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会
社内

【氏名】 長谷川 清

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会
社内

【氏名】 小又 正博

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会
社内

【氏名】 荻野 崇

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会
社内

【氏名】 近藤 智浩

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 渡辺 孝文

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 千田 義之

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 松下 靖志

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072349

【弁理士】

【氏名又は名称】 八田 幹雄

【電話番号】 03-3230-4766

【選任した代理人】

【識別番号】 100102912

【弁理士】

【氏名又は名称】 野上 敦

【選任した代理人】

【識別番号】 100110995

【弁理士】

【氏名又は名称】 奈良 泰男

【選任した代理人】

【識別番号】 100111464

【弁理士】

【氏名又は名称】 齋藤 悦子

【選任した代理人】

【識別番号】 100114649

【弁理士】

【氏名又は名称】 宇谷 勝幸

【選任した代理人】

【識別番号】 100124615

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤井 敏史

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001719

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ラッピング加工装置およびラッピング加工方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 断面非真円の円弧状の加工面を有するワークに対してラッピング加工を施すラッピング加工装置であって、

薄肉基材の一面に砥粒が設けられたラッピングフィルムと、

前記ラッピングフィルムの背面側に配置されたシューと、

前記シューをワークに向けて押付けて、前記ラッピングフィルムの砥粒面を前記ワークに押付けるシュー押付け手段と、

前記ワークを回転駆動する回転駆動手段と、

前記ワークおよび前記ラッピングフィルムのうちの少なくとも一方に前記ワークの軸線方向に沿うオシレーションを付与するオシレーション手段と、

前記ワークの回転位置を検出する検出手段と、

加工中におけるワークの回転位置に応じて、シュー押付け力、ワーク回転速度、および、オシレーション速度のうちの少なくとも 1 つを可変制御する制御手段と、を有し、

前記ワークの加工面における単位周長当たりの加工量を均一化することを特徴とするラッピング加工装置。

【請求項 2】 前記ワークの前記加工面は、カムシャフトにおけるカムロブ部の外周面であることを特徴とする請求項 1 に記載のラッピング加工装置。

【請求項 3】 前記シュー押付け手段は、シュー押付け力を調整する調整手段を含み、

前記制御手段は、前記カムロブ部のイベント部を加工するときのシュー押付け力が、他の部位を加工するときのシュー押付け力に比べて大きくなるように、前記調整手段の作動を制御することを特徴とする請求項 2 に記載のラッピング加工装置。

【請求項 4】 前記制御手段は、前記カムロブ部のイベント部を加工するときのワーク回転速度が、他の部位を加工するときのワーク回転速度に比べて遅くなるように、前記回転駆動手段の作動を制御することを特徴とする請求項 2 に記

載のラッピング加工装置。

【請求項 5】 前記制御手段は、前記カムロブ部のイベント部を加工するときのオシレーション速度が、他の部位を加工するときのオシレーション速度に比べて速くなるように、前記オシレーション手段の作動を制御することを特徴とする請求項 2 に記載のラッピング加工装置。

【請求項 6】 前記シューは、首振り自在に保持され、前記ラッピングフィルムを介して前記ワークの加工面に複数箇所では当接する凹状先端部を有する凹シューであることを特徴とする請求項 1 に記載のラッピング加工装置。

【請求項 7】 前記ラッピングフィルムは、非伸縮性でかつ変形可能であることを特徴とする請求項 1 に記載のラッピング加工装置。

【請求項 8】 断面非真円の円弧状の加工面を有するワークに向けてラッピングフィルムの背面側に配置されたシューを押付けて、前記ラッピングフィルムの砥粒面を前記ワークに押付けた状態で、前記ワークを回転駆動するとともに前記ワークおよび前記ラッピングフィルムのうちの少なくとも一方に前記ワークの軸線方向に沿うオシレーションを付与しつつラッピング加工を施すラッピング加工方法であって、

前記ワークの回転位置を検出手段により検出し、加工中におけるワークの回転位置に応じて、シュー押付け力、ワーク回転速度、および、オシレーション速度のうちの少なくとも 1 つを可変制御し、前記ワークの加工面における単位周長当たりの加工量を均一化することを特徴とするラッピング加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ワークの加工面を砥粒付きのラッピングフィルム（以下単にフィルムと称することもある）によりフィルムラッピング加工（以下単にラッピング加工）するラッピング加工装置およびラッピング加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、カムシャフトのカムロブ部やジャーナル部あるいはクランクシャフト

のジャーナル部やピン部等のような断面円弧状外周面を有するワークを仕上げ加工する場合は、最近、一面に砥粒が設けられたラッピングフィルムによりラッピング加工されている。

【 0 0 0 3 】

このラッピング加工は、ワークの加工面をラッピングフィルムで覆い、このフィルムを背面からシューで加圧し、フィルムをワークに押付けた状態でワークを回転しながらフィルムの砥粒面でワークを加工する。ラッピング加工装置は、シューをフィルムを介してワークに押付ける機構のほか、ワークを回転駆動する機構や、ワークおよびラッピングフィルムのうちの少なくとも一方にワークの軸線方向に沿うオシレーションを付与するオシレーション機構を有している（例えば、特許文献 1 参照。）。

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】

特開平 7 - 2 3 7 1 1 6 号公報 （図 1、図 2 参照）

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

従来のラッピング加工装置では、ラッピング加工中においては、シュー押付け力、ワーク回転速度、および、オシレーション速度は一定とされている。

【 0 0 0 6 】

ここで、加工面が断面非真円形状のワークの場合には、ワークの軸心（回転中心）から加工面までの半径が部位ごとに異なっている。例えば、カムシャフトにおけるカムロブ部は、ベースサークル（基準円）をなすベース部、カムのリフトを定めるトップ部、ベース部からトップ部にかけて伸びるイベント部などの複数の部位を備え、ワークの軸心から加工面までの半径は、ベース部終端からトップ部に向かうにつれて長くなっている。

【 0 0 0 7 】

角速度が一定の場合には周速度は半径に比例して変化することから、ワーク回転速度が一定の場合には、加工面における単位周長当たりのフィルムと外周面との接触時間が、部位ごとに異なっている。さらに、加工面に対するフィルムの接

触面圧も、部位ごとに異なる状況にある。

【0008】

したがって、カムロブ部の加工面における単位周長当たりの加工量が不均一となり、その結果、加工面の面粗度が均一にならないという問題がある。特に、イベント部における面粗度が、トップ部やベース部における面粗度に比べて悪い。このイベント部はエンジンのバルブを開き始めたり、閉じ始めたりする重要な部位であるため、面粗度が悪いとバルブの円滑な作動に支障を来す虞がある。

【0009】

本発明は、上記従来技術に伴う課題を解決するためになされたものであり、ワークの加工面における単位周長当たりの加工量の均一化を図り、もって、加工面の面粗度を均質化し得るラッピング加工装置およびラッピング加工方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

本発明の目的は、下記する手段により達成される。

【0011】

本発明は、断面非真円の円弧状の加工面を有するワークに対してラッピング加工を施すラッピング加工装置であって、

薄肉基材の一面に砥粒が設けられたラッピングフィルムと、

前記ラッピングフィルムの背面側に配置されたシューと、

前記シューを押付けて、前記ラッピングフィルムの砥粒面を前記ワークに押付けるシュー押付け手段と、

前記ワークを回転駆動する回転駆動手段と、

前記ワークおよび前記ラッピングフィルムのうちの少なくとも一方に前記ワークの軸線方向に沿うオシレーションを付与するオシレーション手段と、

前記ワークの回転位置を検出する検出手段と、

加工中におけるワークの回転位置に応じて、シュー押付け力、ワーク回転速度、および、オシレーション速度のうちの少なくとも1つを可変制御する制御手段と、を有し、

前記ワークの加工面における単位周長当たりの加工量を均一化することを特徴とするラッピング加工装置である。

【 0 0 1 2 】

また、断面非真円の円弧状の加工面を有するワークに向けてラッピングフィルムの背面側に配置されたシューを押付けて、前記ラッピングフィルムの砥粒面を前記ワークに押付けた状態で、前記ワークを回転駆動するとともに前記ワークおよび前記ラッピングフィルムのうちの少なくとも一方に前記ワークの軸線方向に沿うオシレーションを付与しつつラッピング加工を施すラッピング加工方法であって、

前記ワークの回転位置を検出手段により検出し、加工中におけるワークの回転位置に応じて、シュー押付け力、ワーク回転速度、および、オシレーション速度のうちの少なくとも 1 つを可変制御し、前記ワークの加工面における単位周長当たりの加工量を均一化することを特徴とするラッピング加工方法である。

【 0 0 1 3 】

【発明の効果】

本発明に係るラッピング加工装置およびラッピング加工方法によれば、カムシャフトのカムロブ部のように断面非真円の円弧状の加工面を有するワークであっても、ワークの加工面における単位周長当たりの加工量の均一化を図ることができ、もって、加工面の面粗度を均質化し得るという効果を奏する。

【 0 0 1 4 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面を参照しつつ説明する。

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本発明の実施形態に係るラッピング加工装置 1 を示す概略構成図、図 2 は、ラッピング加工装置 1 に開閉自在に設けられた上下のアーム 2 2、2 3 の閉状態を示す概略断面図、図 3 は、上下のアーム 2 2、2 3 の開状態を示す概略断面図、図 4 は、ラッピング加工装置 1 の要部を示す断面図である。図 5 は、オシレーションに伴うカムシャフト位置の説明に供する図、図 6 は、シュー押付けユニット 3 0 の構成と等価の構成を示す概念図、図 7 は、シュー押付け力 P の変

化の説明に供する図である。また、図 8 (A) は、ラッピング加工されるワークとしてのカムシャフト 60 の一例を示す斜視図、図 8 (B) は、カムシャフト 60 のカムロブ部 61 における各部位の説明に供する図である。なお、説明の便宜上、カムシャフト 60 の軸線方向（図 1 において左右方向）を X 方向と定義し、X 方向に対して直交する水平方向（図 1 において紙面に直交する方向）を Y 方向と定義し、X 方向に対して直交する鉛直方向（図 1 において上下方向）を Z 方向と定義する。

【0016】

図 1～図 4 を参照して本実施形態のラッピング加工装置 1 について概説すれば、非伸縮性でかつ変形可能な薄肉基材の一面に砥粒が設けられたラッピングフィルム 11 と、ラッピングフィルム 11 の背面側に配置されたシュー 21 と、シュー 21 を押付けてラッピングフィルム 11 の砥粒面をワーク W に押付けるシュー押付けユニット 30（シュー押付け手段に相当する）と、ワーク W を回転駆動する回転駆動ユニット 40（回転駆動手段に相当する）と、ワーク W およびラッピングフィルム 11 のうちの少なくとも一方にワーク W の軸線方向に沿うオシレーションを付与するオシレーションユニット 50（オシレーション手段に相当する）と、を有し、回転するワーク W にラッピングフィルム 11 を押圧しラッピング加工を施している。前記シュー押付けユニット 30 は、シュー押付け力 P を調整する調整手段 31 を含んでいる（図 4 参照）。本実施形態のラッピング加工装置 1 は、断面非真円の円弧状の加工面を有するワーク W に対してラッピング加工を施すために好適に用いられる。この種のワーク W として、図 8 (A) に示すように、カムシャフト 60 を挙げることができ、このカムシャフト 60 におけるカムロブ部 61 の外周面が、ラッピング加工を施す加工面となる。カムロブ部 61 の位置に対応して、対をなす上アーム 22 および下アーム 23 が複数対配置されている（図 1 参照）。

【0017】

なお、本明細書における「断面非真円の円弧状」とは、回転中心から一の部位までの半径を他の部位までの半径と異ならせることを意図した円弧形状をいい、楕円形状や、図示したカムロブ部 61 のような卵形状が含まれることはもちろん

のこと、外形は円形状であるが回転中心が円中心から偏心したものも含まれると理解されなければならない。

【0 0 1 8】

以下、ラッピング加工装置 1 について詳述する。

【0 0 1 9】

図 1 を参照して、前記回転駆動ユニット 4 0 は、主軸 4 1 を回転自在に支持するヘッドストック 4 2 と、主軸 4 1 の先端に連結されカムシャフト 6 0 の一端を把持するチャック 4 3 と、主軸 4 1 にベルト 4 4 を介して接続される主軸モータ M 1 と、カムシャフト 6 0 の他端を支持するセンタ 4 5 を備えるテールストック 4 6 と、を有している。カムシャフト 6 0 は、主軸モータ M 1 の回転動がベルト 4 4 および主軸 4 1 を介して伝達されて回転駆動される。主軸モータ M 1 の回転速度を変えることにより、ワーク回転速度 V_w が所望の速度に設定される。主軸 4 1 には、加工中におけるワーク W の回転位置を検出するロータリエンコーダ S 1（検出手段に相当する）が取り付けられている。ヘッドストック 4 2 およびテールストック 4 6 のそれぞれは Y 方向に沿ってスライド移動自在なテーブル 4 7、4 8 上に設けられ、これらテーブル 4 7、4 8 は、X 方向に沿ってスライド移動自在なテーブル 4 9 上に配置されている。カムシャフト 6 0 をヘッドストック 4 2 とテールストック 4 6 との間にセットしたり、カムシャフト 6 0 を加工位置に移動したりするために、各テーブル 4 7、4 8、4 9 が移動される。

【0 0 2 0】

前記オシレーションユニット 5 0 は、テーブル 4 9 の端面に当接する偏心回転体 5 1 と、偏心回転体 5 1 を回転駆動するオシレーション用モータ M 2 と、を有している。オシレーションユニット 5 0 には、テーブル 4 9 の端面と偏心回転体 5 1 とを常時当接させるためにテーブル 4 9 を偏心回転体 5 1 に向けて押圧する弾発力を付勢するバネなどの弾性手段 5 2 が設けられている。オシレーション用モータ M 2 の回転速度を変えることにより、オシレーション速度 V_o が所望の速度に設定される。オシレーションの振幅は、オシレーション用モータ M 2 の軸心に対する偏心回転体 5 1 の偏心量に基づいて定まる。偏心量は約 1 mm であり、オシレーションの振幅は約 2 mm である。なお、偏心回転体 5 1 の偏心量は、例

えば調整プレート（図示せず）の挿入枚数を変えるなどの公知の手段により調整自在となっている。

【0021】

図5に示すように、オシレーションに伴うカムシャフト60のX方向位置は、偏心回転体51の回転位置に応じて変化する。すなわち、偏心回転体51の初期位置（オシレーション角度 $\theta_c = 0$ 度）を、カムシャフト60が中心位置に対して偏心回転体51の偏心量 e だけ-X方向に偏位した位置とすると、この初期位置から偏心回転体51が回転してオシレーション角度 θ_c が180度になると、カムシャフト位置は、中心位置に対して偏心量 e だけ+X方向に偏位する。偏心回転体51がさらに回転してオシレーション角度 θ_c が360度になると、カムシャフト位置は、再び偏心量 e だけ-X方向に偏位した初期位置に復帰する。このようなオシレーションに伴うカムシャフト60のX方向位置の変化を検出するために、偏心回転体51の軸には、偏心回転体51の回転位置を検出するロータリエンコーダS2が取り付けられている（図1参照）。

【0022】

前記ラッピングフィルム11は、種々のタイプがあるが、本実施形態では、基材が非伸縮性の高い材料、例えば、板厚が $25\mu\text{m} \sim 130\mu\text{m}$ 程度のポリエステルなどから構成され、この基材の一面には、数 $\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$ 程度の粒径を有する多数の砥粒（具体的には、酸化アルミニウム、シリコンカーバイト、ダイヤモンドなどからなる）が接着剤により取り付けられている。砥粒は、基材の一面に全面にわたって接着してもよく、また、所定幅の無砥粒領域を間欠的に形成したものであってもよい。基材の他面には、シュー21に対する滑り止めのため、ゴムあるいは合成樹脂等からなる抵抗材料（図示せず）を取り付けるバックコーティングか、場合によっては滑り止め加工が施されている。

【0023】

図2および図3を参照して、ラッピングフィルム11は、供給リール15から引き出され、上アーム22の先端に設けられた一対の第1ガイドローラR1と、上アーム22の内方位置に取り付けられている第2ガイドローラR2と、下アーム23の内方位置に取り付けられている第3ガイドローラR3と、下アーム23

の先端に設けられた一对の第4ガイドローラR4などにガイドされ、巻取りリール16に巻き取られる。巻取りリール16にはモータM3が接続されている。モータM3を作動し巻取りリール16を回転すると、供給リール15からラッピングフィルム11が順次繰り出される。ラッピングフィルム11の繰り出し量を検出するために、巻取りリール16の軸には、回転量を検出するロータリエンコーダS3が取り付けられている。供給リール15および巻取りリール16の近傍にはロック装置（図示せず）が設けられ、このロック装置の作動によりフィルム11全体に所定のテンションが付与される。

【0024】

前記対をなす上アーム22および下アーム23は、シュー21を配置する先端部がZ方向に相対的に開閉自在なように、支持ピン24を介して回転自在に設けられている。上アーム22の後端部には、油圧あるいは空気圧などにより作動する流体圧シリンダ25の一端がピン連結され、下アーム23の後端部にはピストンロッド26の先端がピン連結されている。ピストンロッド26を収縮状態から伸張すると、上下のアーム22、23は、支持ピン24を中心として先端部が閉じる方向に回転し、図2に示す閉状態となる。一方、ピストンロッド26を伸張状態から収縮すると、上下のアーム22、23は、先端部が開く方向に回転し、図3に示す開状態となる。上下のアーム22、23の回転は、ラッピングフィルム11と共に行なわれ、閉じ回転によりシュー21がラッピングフィルム11を介してカムロブ部61に当接し、開き回転によりカムロブ部61とシュー21との当接を解除する。

【0025】

シュー21は、その先端部の形状から凸シューと凹シューとに分類されるが、図示する実施形態では、前記シュー21は、首振り自在に保持され、ラッピングフィルム11を介してカムロブ部61の加工面に複数箇所（例えば2点）で当接する凹状先端部を有する凹シュー21である。凹シュー21は、先端部はへこ（凹）んでいるものの、ワークWとの当接面自体は断面凸状の円弧面に形成されている。凹シュー21は、フィルム11を介してではあるが、カムロブ部61の加工面とは2点での線接触となる。上下のシュー21によりカムロブ部61は4点

支持されることから、当該カムロブ部 61 を安定的に回転させることができる。
なお、本明細書では、シュー 21 がフィルム 11 を介してワーク W の外周面と間
接的に当接することを「接触」、シュー 21 がフィルム 11 を介してワーク W の
外周面と間接的に当接する面積のことを「接触面積」と略称する。

【0026】

図 4 にも示すように、上下のアーム 22、23 の先端部に形成した凹部 27 の
中に、シュー 21 を保持したシューケース 28 がワーク W に対して進退移動自在
に収納されている。シューケース 28 は、その外側面が凹部 27 の内側面にガイ
ドされながら移動する。シュー 21 は、シューケース 28 に設けた中空部 28a
内に、揺動ピン 29 を介して首振り自在に保持されている。上下の揺動ピン 29
はカムシャフト 60 の軸心 O を通る線上に位置し、シュー押付け力 P が効率的に
フィルム 11 に作用するようにしてある。図 4 中の符号 70 は、クーラントを供
給するためのノズルを示している。

【0027】

前記シュー押付けユニット 30 は、上下のアーム 22、23 の先端部のそれぞ
れに配置されている。図 6 にも概念的に示すように、各シュー押付けユニット 3
0 は、先端がシューケース 28 に連結された連結ロッド 32 と、圧縮コイルバネ
からなるワーククランプ用バネ 33 と、連結ロッド 32 の後端との間でワークク
ランプ用バネ 33 を弾性変形させる押圧ロッド 34 と、押圧ロッド 34 の頭部に
当接するカム形状の偏心回転体 35 と、偏心回転体 35 を回転駆動する押付け用
モータ M4 と、を有している。連結ロッド 32 および押圧ロッド 34 は、アーム
22、23 に形成した貫通孔 22a、23a 内に摺動自在に収納されている。シ
ューケース 28 を押付けると、当該シューケース 28 に保持されたシュー 21 が
押付けられ、ラッピングフィルム 11 の砥粒面がカムロブ部 61 に押付けられる
ことになる。偏心回転体 35 のカムリフト h は、カムの全高 H からベースサーク
ル直径を除算したものであるが、このカムリフト h が、押圧ロッド 34 を最大限
移動し得る寸法となる。上述したワーククランプ用バネ 33、押圧ロッド 34、
偏心回転体 35 および押付け用モータ M4 により、シュー押付け力 P を調整する
調整手段 31 が構成されている。

【0028】

図7に示すように、シュー押付け力Pは、偏心回転体35の回転位置に応じて変化する。すなわち、偏心回転体35の初期位置（偏心角 $\theta_e = 0$ 度）をベースサークルが押圧ロッド34の頭部に当接した位置とし、この初期位置から偏心回転体35が回転して偏心角 θ_e が180度になると、押圧ロッド34がカムリフトhだけ移動し、ワーククランプ用バネ33がさらに弾性圧縮変形する結果、シュー押付け力Pが最大となる。偏心回転体35がさらに回転して偏心角 θ_e が360度になると、押圧ロッド34が初期位置に復帰し、シュー押付け力Pも初期位置と同じ押付け力に復帰する。このようなシュー押付け力Pの変化を検出するために、偏心回転体35の軸には、偏心回転体35の回転位置を検出するロータリエンコーダS4が取り付けられている（図4参照）。

【0029】

前記カムロブ部61は、図8（B）に示すように、ベースサークルをなすベース部d、カムのリフトを定めるトップ部a、トップ部aの両側に連続し、エンジンのバルブを開き始めたり、閉じ始めたりするイベント部b1、b2、ベース部dからイベント部b1、b2へのアプローチをなすランプ部c1、c2の複数の部位を備えている。

【0030】

図9（A）は、カムロブ部61の軸心O（回転中心）から加工面までの半径を示す図、図9（B）は、カムロブ部61の加工面における曲率半径を示す図である。

【0031】

図9（A）に示すように、カムロブ部61のように加工面が断面非真円形状の場合には、カムロブ部61の軸心O（回転中心）から加工面までの半径が部位ごとに変化し、ベース部dの終端からトップ部aに向かうにつれて長くなっている。また、図9（B）に示すように、ベース部dは曲率半径が一定であるが、イベント部b1、b2はほぼ直線的であるため曲率半径が非常に大きく、トップ部aは曲率半径が比較的小さくなる。

【0032】

このような形状を有するカムロブ部 61 をラッピング加工する場合に、ワーク回転速度 V_w を一定にすると、前述したように、加工面における単位周長当たりのフィルム 11 と外周面との接触時間が部位ごとに異なることになる。また、首振り自在な凹シュー 21 をカムロブ部 61 に向けて押付ける形態では、凹シュー 21 がイベント部 b1、b2 に接触するときには、凹シュー 21 は首振りして大きく傾いているので、付与されたシュー押付け力 P のうち接触点の法線方向に作用する分力が比較的小さくなる。さらに、イベント部 b1、b2 は曲率半径が非常に大きいので、他の部位に比べて、シュー 21 との接触面積が比較的大きくなる。このため、加工面に対するフィルム 11 の接触面圧も、部位ごとに異なり、特に、イベント部 b1、b2 での接触面圧の低下が著しい状況にある。したがって、カムロブ部 61 の加工面における単位周長当たりの加工量が不均一となり、その結果、加工面の面粗度、特にイベント部 b1、b2 の面粗度が低下する虞がある。

【0033】

そこで、本実施形態のラッピング加工装置 1 にあっては、ロータリエンコーダ S1 でカムロブ部 61 の回転位置を検出し、加工中におけるカムロブ部 61 の回転位置に応じて、シュー押付け力 P 、ワーク回転速度 V_w 、および、オシレーション速度 V_o のうちの少なくとも 1 つを可変制御し、カムロブ部 61 の加工面における単位周長当たりの加工量を均一化するようにしてある。

【0034】

上記の制御について、図 10～図 12 を参照しつつ説明する。図 10 は、本発明に係るラッピング加工装置 1 の制御系を示す概略ブロック図、図 11 (A) は、加工中におけるカムロブ部 61 の回転位置に応じて、シュー押付け力 P を可変制御する一例を示す図、図 11 (B) は、カムロブ部 61 の各部位での接触面圧を示す図、図 12 (A) は、加工中におけるカムロブ部 61 の回転位置に応じて、ワーク回転速度 V_w を可変制御する一例を示す図、図 12 (B) は、加工中におけるカムロブ部 61 の回転位置に応じて、オシレーション速度 V_o を可変制御する一例を示す図である。

【0035】

なお、説明の便宜上、カムロブ部 61 のトップ部 a が上方に、ベース部 d が下方に位置する図 4 に示される正立した位置をカムロブ部 61 の初期位置とし、この位置からカムロブ部 61 が 180 度回転して、トップ部 a が下方に、ベース部 d が上方に位置する倒立した位置をカムロブ部 61 の反転位置とする。

【0036】

図 10 を参照して、ロータリエンコーダ S1、S2、S3、S4 は、CPU やメモリを主体とするコントローラ 100（制御手段に相当する）に接続され、加工中におけるカムロブ部 61 の回転位置、シュー押付け力 P を可変とする偏心回転体 35 の回転位置、および、オシレーションを付与する偏心回転体 51 の回転位置に関する検出信号がそれぞれコントローラ 100 に入力される。ワーク回転速度 V_w を定める主軸モータ M1 の回転速度、および、オシレーション速度 V_o を定めるオシレーション用モータ M2 の回転速度に関する検出信号のそれぞれもコントローラ 100 に入力される。コントローラ 100 は、ロータリエンコーダ S1 からのカムロブ部 61 の回転位置に関する信号に基づいて、カムロブ部 61 のいずれの部位が加工中であるかを判断する。そして、コントローラ 100 は、加工中の部位に応じて、シュー押付け力 P、ワーク回転速度 V_w 、および、オシレーション速度 V_o のうちの少なくとも 1 つを可変制御する。

【0037】

シュー押付け力 P を変更する場合の制御は次のとおりである。図 11 (A) に示すように、コントローラ 100 は、カムロブ部 61 のイベント部 b1、b2 を加工するときのシュー押付け力 P が、他の部位を加工するときのシュー押付け力 P に比べて大きくなるように、偏心回転体 35 や押付け用モータ M4 などを含む調整手段 31 の作動を制御する。

【0038】

具体的には、コントローラ 100 は、回転しているカムロブ部 61 が初期位置に至ったときに偏心回転体 35 の偏心角 θ_e が 0 度となり、カムロブ部 61 が回転してシュー 21 がイベント部 b1、b2 に接触している間に偏心角 θ_e が 180 度となり、カムロブ部 61 がさらに回転して反転位置に至ったときに偏心角 θ_e が 360 度となるように、押付け用モータ M4 の回転を制御する制御信号を当

該モータM4に出力する。偏心角 θ_e が180度になるとシュー押付け力Pが最大となるので(図7参照)、カムロブ部61のイベント部b1、b2を加工するときのシュー押付け力Pが、他の部位を加工するときのシュー押付け力Pに比べて大きくなる。

【0039】

図11(B)に2点鎖線で示すように、ラッピング加工中におけるシュー押付け力Pを一定とした対比例の場合にはイベント部b1、b2での接触面圧の低下が著しい。これに対して、シュー押付け力Pを上記のように制御すると、図11(B)に実線で示すように、イベント部b1、b2での接触面圧が高くなる。したがって、カムロブ部61の加工面における単位周長当たりの加工量の不均一さが改善され、加工面の面粗度、特にイベント部b1、b2の面粗度の低下が抑えられる。

【0040】

ワーク回転速度 V_w を変更する場合の制御は次のとおりである。図12(A)に示すように、コントローラ100は、カムロブ部61のイベント部b1、b2を加工するときのワーク回転速度 V_w が、他の部位を加工するときのワーク回転速度 V_w に比べて遅くなるように、主軸モータM1を含む回転駆動ユニット40の作動を制御する。

【0041】

具体的には、コントローラ100は、回転しているカムロブ部61が初期位置に至ったときにワーク回転速度 V_w が通常速度となり、カムロブ部61が回転してシュー21がイベント部b1、b2に接触している間にワーク回転速度 V_w が通常速度よりも遅い低速速度となり、カムロブ部61がさらに回転して反転位置に至ったときにワーク回転速度 V_w が通常速度となるように、主軸モータM1の回転速度を制御する制御信号を当該主軸モータM1に出力する。

【0042】

ラッピング加工中におけるワーク回転速度 V_w を一定とした場合には、イベント部b1、b2の周速がベース部dの周速よりも速くなり、イベント部b1、b2におけるフィルム11との接触時間がベース部dにおけるフィルム11との接

触時間よりも短くなる。これに対して、ワーク回転速度 V_w を上記のように制御すると、イベント部 b_1 、 b_2 を加工するときの当該イベント部 b_1 、 b_2 の周速が遅くなり、イベント部 b_1 、 b_2 におけるフィルム11との接触時間が長くなる。したがって、カムロブ部61の加工面における単位周長当たりの加工量の不均一さが改善され、加工面の面粗度、特にイベント部 b_1 、 b_2 の面粗度の低下が抑えられる。

【0043】

なお、図示した制御例では、トップ部 a におけるフィルム11との接触時間を積極的に長くはしていない。これは、トップ部 a での接触面圧がもともと高く（図11（B）参照）、トップ部 a の面粗度は要求される面粗度を満足しているからである。但し、トップ部 a の面粗度をより一層高めるために、トップ部 a を加工するときのワーク回転速度 V_w がベース部 d を加工するときのワーク回転速度 V_w に比べて遅くなるように、主軸モータ $M1$ の回転速度を制御してもよい。

【0044】

オシレーション速度 V_o を変更する場合の制御は次のとおりである。図12（B）に示すように、コントローラ100は、カムロブ部61のイベント部 b_1 、 b_2 を加工するときのオシレーション速度 V_o が、他の部位を加工するときのオシレーション速度 V_o に比べて速くなるように、モータなどを含むオシレーションユニット50の作動を制御する。

【0045】

具体的には、コントローラ100は、回転しているカムロブ部61が初期位置に至ったときにオシレーション速度 V_o が通常速度（例えば、10Hz）となり、カムロブ部61が回転してシュー21がイベント部 b_1 、 b_2 に接触している間にオシレーション速度 V_o が通常速度よりも速い高速速度（例えば、15Hz）となり、カムロブ部61がさらに回転して反転位置に至ったときにオシレーション速度 V_o が通常速度となるように、オシレーション用モータ $M2$ の回転速度を制御する制御信号を当該オシレーション用モータ $M2$ に出力する。

【0046】

ラッピング加工中におけるオシレーション速度 V_o を一定とした場合には、フ

フィルム 11 の一の砥粒に着目して見れば、加工面に対して作用する距離は同じとなる。これに対して、オシレーション速度 V_o を上記のように制御すると、イベント部 b1、b2 においては、一の砥粒が加工面に対して作用する距離が長くなり、作用砥粒数が増大し、単位時間あたりの除去量が増大する。したがって、カムロブ部 61 の加工面における単位周長当たりの加工量の不均一さが改善され、加工面の面粗度、特にイベント部 b1、b2 の面粗度の低下が抑えられる。

【0047】

なお、シュウ押付け力 P 、ワーク回転速度 V_w およびオシレーション速度 V_o を可変制御する際の変化率は、ワーク形状、ベースとなる加工条件（シュウ押付け力、ワーク回転速度およびオシレーション速度の各ベース値）、要求される面粗度などによって変化するので、一義的に決まるものではなく、トライアンドエラーによって最終的な変化率を決定している。

【0048】

次に、本実施形態の作用を、シュウ押付け力 P を変更する制御を行う場合を例に挙げて説明する。

【0049】

まず、ヘッドストック 42 とテールストック 46 との間にカムシャフト 60 を支持し、カムロブ部 61 の位置に上下のアーム 22、23 を移動する。このとき、流体圧シリンダ 25 は、ピストンロッド 26 を収縮しており、上アーム 22 および下アーム 23 を開位置に保持している。この後、流体圧シリンダ 25 を作動させてピストンロッド 26 を伸張し、上下のアーム 22、23 を閉じる方向に回転する。この閉回転によりラッピングフィルム 11 は、カムロブ部 61 の加工面上にセットされる。

【0050】

上下のアーム 22、23 を開回転している間に、モータ $M3$ を作動して巻取りリール 16 を回転する。ラッピングフィルム 11 は、所定量移動し、新規な砥粒面が加工面上にセットされるようになる。その後、供給リール 15 近傍に設けられたロック装置をロックして、巻取りリール 16 を回転すると、ラッピングフィルム 11 に所定のテンションが付与される。次いで、巻取りリール 16 近傍のロ

ック装置をロックすると、テンションが付与され弛みのない状態のラッピングフィルム 11 となる。

【0051】

カムロブ部 61 をクランプした状態では、シュー押付けユニット 30 の偏心回転体 35 は初期位置（偏心角 $\theta_e = 0$ 度）にあり、両シュー 21 は、ワーククランプ用バネ 33 の弾発力が付勢されている。この弾発力により、両シュー 21 は、カムロブ部 61 に向けて押付けられ、ラッピングフィルム 11 の砥粒面が加工面に押付けられる。

【0052】

そして、オシレーションユニット 50 を作動させてカムシャフト 60 に軸方向に沿うオシレーションを付与しつつ、回転駆動ユニット 40 を作動させてカムシャフト 60 を軸中心で回転すると、シュー 21 を保持したシューケース 28 が凹部 27 の中でカムロブ部 61 の回転に倣って進退移動しながら、カムロブ部 61 の加工面がラッピング加工される。

【0053】

この加工中においては、ロータリエンコーダ S1 は、カムロブ部 61 の回転位置を検出し、コントローラ 100 は、加工中におけるカムロブ部 61 の回転位置に応じて、シュー押付け力 P を可変制御する。すなわち、シュー 21 がイベント部 b1、b2 に接触している間に偏心回転体 35 の偏心角 θ_e が 180 度となるように押付け用モータ M4 の作動を制御し、イベント部 b1、b2 を加工するときのシュー押付け力 P を、他の部位を加工するときのシュー押付け力 P に比べて大きくしている（図 11（A））。

【0054】

したがって、イベント部 b1、b2 での接触面圧が高められる結果（図 11（B））、カムロブ部 61 の加工面における単位周長当たりの加工量が均一化され、もって、イベント部 b1、b2 の面粗度の低下を抑えて、加工面の加工品質の一つである面粗度が均質化する。

【0055】

カムシャフト 60 は、多数のカムロブ部 61 を有しているが、ラッピング加工

は、これらカムロブ部 6 1 に対し一斉に行なわれる。ラッピング加工が完了すると、流体圧シリンダ 2 5 を作動させてピストンロッド 2 6 を収縮し、上下のアー arm 2 2、2 3 を開く方向に回転し、カムシャフト 6 0 を取り出し可能な状態とする。カムシャフト 6 0 を取り出した後、他のカムシャフト 6 0 をセットすれば、同様のラッピング加工を開始することができる。

【0 0 5 6】

シュー押付け力 P を変更する制御に代えて、ワーク回転速度 V_w を変更する制御を行う場合の作用は次のとおりである。

【0 0 5 7】

ラッピング加工中においては、ロータリエンコーダ S_1 は、カムロブ部 6 1 の回転位置を検出し、コントローラ 1 0 0 は、加工中におけるカムロブ部 6 1 の回転位置に応じて、ワーク回転速度 V_w を可変制御する。すなわち、シュー 2 1 がイベント部 b_1 、 b_2 に接触している間にワーク回転速度 V_w が低速速度となるように主軸モータ M_1 の作動を制御し、イベント部 b_1 、 b_2 を加工するときのワーク回転速度 V_w を、他の部位を加工するときのワーク回転速度 V_w に比べて遅くしている（図 1 2 (A)）。

【0 0 5 8】

したがって、イベント部 b_1 、 b_2 におけるフィルム 1 1 との接触時間が長くなる結果、カムロブ部 6 1 の加工面における単位周長当たりの加工量が均一化され、もって、イベント部 b_1 、 b_2 の面粗度の低下を抑えて、加工面の面粗度が均質化する。

【0 0 5 9】

シュー押付け力 P やワーク回転速度 V_w を変更する制御に代えて、オシレーション速度 V_o を変更する制御を行う場合の作用は次のとおりである。

【0 0 6 0】

ラッピング加工中においては、ロータリエンコーダ S_1 は、カムロブ部 6 1 の回転位置を検出し、コントローラ 1 0 0 は、加工中におけるカムロブ部 6 1 の回転位置に応じて、オシレーション速度 V_o を可変制御する。すなわち、シュー 2 1 がイベント部 b_1 、 b_2 に接触している間にオシレーション速度 V_o が高速速

度となるようにオシレーション用モータM2の作動を制御し、イベント部b1、b2を加工するときのオシレーション速度 V_o を、他の部位を加工するときのオシレーション速度 V_o に比べて速くしている(図12(B))。

【0061】

したがって、イベント部b1、b2での作用砥粒数が増大される結果、カムロブ部61の加工面における単位周長当たりの加工量が均一化され、もって、イベント部b1、b2の面粗度の低下を抑えて、加工面の面粗度が均質化する。

【0062】

以上説明したように、上述した実施形態のラッピング加工装置1によれば、ラッピングフィルム11と、シュー21と、シュー21をワークWに向けて押付けてラッピングフィルム11の砥粒面をワークWに押付けるシュー押付けユニット30と、ワークWを回転駆動する回転駆動ユニット40と、ワークWに当該ワークWの軸線方向に沿うオシレーションを付与するオシレーションユニット50と、ワークWの回転位置を検出するロータリエンコーダS1と、加工中におけるワークWの回転位置に応じて、シュー押付け力P、ワーク回転速度 V_w 、および、オシレーション速度 V_o のうちの少なくとも1つを可変制御するコントローラ100と、を有し、ワークWの加工面における単位周長当たりの加工量を均一化するようにしたので、断面非真円の円弧状の加工面を有するワークWであっても、加工面の面粗度を均質化し得るという効果を奏する。また、ワークWの加工面における単位周長当たりの加工量を均一化できるということは、加工面上のある特定の部位における面粗度などの加工品質を改善するためだけに、さらなる加工時間を掛ける必要がないことを意味する。したがって、ワークWの回転位置に応じて、シュー押付け力Pを高めたり、オシレーション速度 V_o を速くしたりする場合はもちろんのこと、ワーク回転速度 V_w をワークWの回転位置に応じて遅くする制御を行う場合も含めて、トータル的な加工時間の短縮を図ることが可能となる。

【0063】

また、ワークWの加工面は、カムシャフト60におけるカムロブ部61の外周面であるので、カムロブ部61の加工面における単位周長当たりの加工量の均一

化を図ることができ、もって、カムロブ部 61 の加工面の面粗度を均質化し、カムロブ部 61 の加工時間の短縮をも図り得るという効果を奏する。

【0064】

また、シュー押付けユニット 30 はシュー押付け力 P を調整する調整手段 31 を含み、コントローラ 100 は、カムロブ部 61 のイベント部 $b1$ 、 $b2$ を加工するときのシュー押付け力 P が、他の部位を加工するときのシュー押付け力 P に比べて大きくなるように、調整手段 31 の作動を制御するので、イベント部 $b1$ 、 $b2$ での接触面圧が高められる結果、イベント部 $b1$ 、 $b2$ の面粗度の低下を抑えて、カムロブ部 61 の加工面の面粗度を均質化できるという効果を奏する。

【0065】

また、コントローラ 100 は、カムロブ部 61 のイベント部 $b1$ 、 $b2$ を加工するときのワーク回転速度 V_w が、他の部位を加工するときのワーク回転速度 V_w に比べて遅くなるように、回転駆動ユニット 40 の作動を制御するので、イベント部 $b1$ 、 $b2$ におけるラッピングフィルム 11 との接触時間が長くなる結果、イベント部 $b1$ 、 $b2$ の面粗度の低下を抑えて、カムロブ部 61 の加工面の面粗度を均質化できるという効果を奏する。

【0066】

また、コントローラ 100 は、カムロブ部 61 のイベント部 $b1$ 、 $b2$ を加工するときのオシレーション速度 V_o が、他の部位を加工するときのオシレーション速度 V_o に比べて速くなるように、オシレーションユニット 50 の作動を制御するので、イベント部 $b1$ 、 $b2$ での作用砥粒数が増大される結果、イベント部 $b1$ 、 $b2$ の面粗度の低下を抑えて、カムロブ部 61 の加工面の面粗度を均質化できるという効果を奏する。

【0067】

また、シュー 21 は、首振り自在に保持され、ラッピングフィルム 11 を介してワーク W の加工面に複数箇所では当接する凹状先端部を有する凹シュー 21 であるので、ワーク W を安定的に回転させて安定的なラッピング加工が可能で、加工品質の向上を図ることができるという効果を奏する。

【0068】

また、ラッピングフィルム 11 は、非伸縮性でかつ変形可能であるので、断面非真円の円弧状の加工面を有するワーク W に対して、好適なラッピング加工を行い得る。

【0069】

また、本実施形態のラッピング加工装置 1 は、ワーク W の回転位置をロータリエンコーダ S 1 により検出し、加工中におけるワーク W の回転位置に応じて、シュー押付け力 P、ワーク回転速度 V_w 、および、オシレーション速度 V_o のうちの少なくとも 1 つを可変制御し、ワーク W の加工面における単位周長当たりの加工量を均一化するラッピング加工方法を具現化したものであり、上述したように、断面非真円の円弧状の加工面を有するワーク W であっても、加工面の面粗度を均質化し得るという効果を奏し、また、トータルの加工時間の短縮を図ることが可能となる。

【0070】

(改変例)

加工中におけるワーク W の回転位置に応じて、シュー押付け力 P、ワーク回転速度 V_w 、および、オシレーション速度 V_o のうちのいずれか 1 つを可変制御する実施形態について説明したが、本発明はこの場合に限られるものではない。例えば、シュー押付け力 P の可変制御とワーク回転速度 V_w の可変制御とを組み合わせた形態、シュー押付け力 P の可変制御とオシレーション速度 V_o の可変制御とを組み合わせた形態、ワーク回転速度 V_w の可変制御とオシレーション速度 V_o の可変制御とを組み合わせた形態、シュー押付け力 P、ワーク回転速度 V_w およびオシレーション速度 V_o のすべての可変制御を組み合わせた形態とすることもできる。

【0071】

また、ワーク W の加工面はカムシャフト 60 のカムロブ部 61 に限定されるものでもなく、断面非真円の円弧状の加工面を有する限りにおいて、他の種々のワーク W に適用できることはいうまでもない。

【0072】

また、シュー押付け手段 30 やそれに含まれる調整手段 31 として、ワークク

ランプ用バネ 33、偏心回転体 35、押付け用モータ M4 などを使用した形態を例示したが、これに限定されるものではなく、適宜改変可能である。例えば、空気圧などにより作動する流体圧シリンダを用いて、シュー 21 をワーク W に向けて押付けて、ラッピングフィルム 11 の砥粒面をワーク W に押付けてもよい。この場合には、流体圧シリンダに供給する空気圧を調整したり、電磁弁で切り換えたりすることによって、シュー押付け力 P を調整すればよい。

【0073】

また、図示例の回転駆動ユニット 40 では主軸モータ M1 の回転速度を変えてワーク回転速度 V_w を可変制御しているが、主軸モータ M1 の出力軸と主軸 41 との間に配置した変速ギアのギア比を変えてワーク回転速度 V_w を可変制御してもよい。

【0074】

また、図示例のオシレーションユニット 50 ではテーブル 49 にオシレーションを付与してワーク W にオシレーションを付与しているが、ワーク W を支持する主軸 41 にオシレーションを付与してもよい。また、ワーク W にオシレーションを付与する場合に限られず、ラッピングフィルム 11 にオシレーションを付与したり、ワーク W およびラッピングフィルム 11 の両者にオシレーションを付与したりしてもよい。

【0075】

また、シューとして凹シュー 21 を例示したが、先端部が凸状円弧となった凸シューを使用する場合にも、本発明を適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態に係るラッピング加工装置を示す概略構成図である。

【図 2】 ラッピング加工装置に開閉自在に設けられた上下のアームの開状態を示す概略断面図である。

【図 3】 上下のアームの開状態を示す概略断面図である。

【図 4】 ラッピング加工装置の要部を示す断面図である。

【図 5】 オシレーションに伴うカムシャフト位置の説明に供する図であ

る。

【図 6】 シュー押付けユニットの構成と等価の構成を示す概念図である。

【図 7】 シュー押付け力の変化の説明に供する図である。

【図 8】 図 8 (A) は、ラッピング加工されるワークとしてのカムシャフトの一例を示す斜視図、図 8 (B) は、カムシャフトのカムロブ部における各部位の説明に供する図である。

【図 9】 図 9 (A) は、カムロブ部の軸心（回転中心）から加工面までの半径を示す図、図 9 (B) は、カムロブ部の加工面における曲率半径を示す図である。

【図 10】 本発明に係るラッピング加工装置の制御系を示す概略ブロック図である。

【図 11】 図 11 (A) は、加工中におけるカムロブ部の回転位置に応じて、シュー押付け力を可変制御する一例を示す図、図 11 (B) は、カムロブ部の各部位での接触面圧を示す図である。

【図 12】 図 12 (A) は、加工中におけるカムロブ部の回転位置に応じて、ワーク回転速度を可変制御する一例を示す図、図 12 (B) は、加工中におけるカムロブ部の回転位置に応じて、オシレーション速度を可変制御する一例を示す図である。

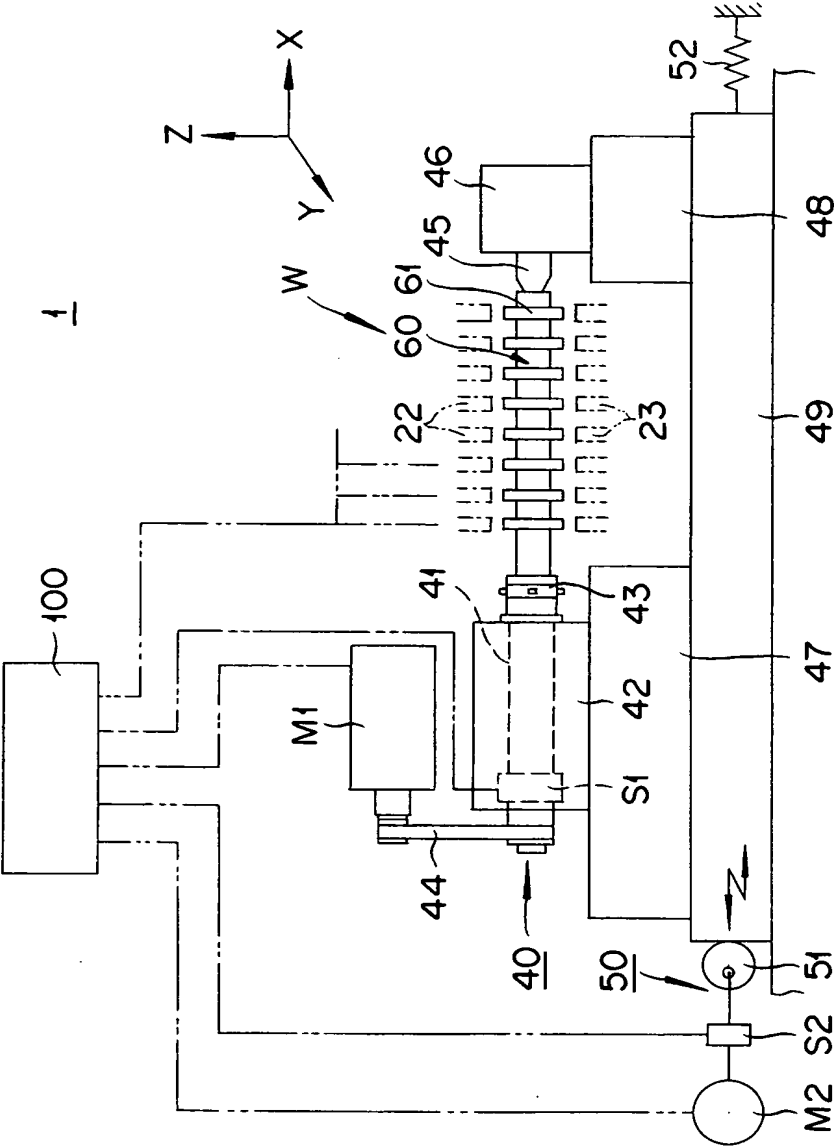
【符号の説明】

- 1…ラッピング加工装置
- 11…ラッピングフィルム
- 21…シュー、凹シュー
- 28…シューケース
- 30…シュー押付けユニット（シュー押付け手段）
- 31…調整手段
- 32…連結ロッド
- 33…ワーククランプ用バネ
- 34…押圧ロッド
- 35…偏心回転体

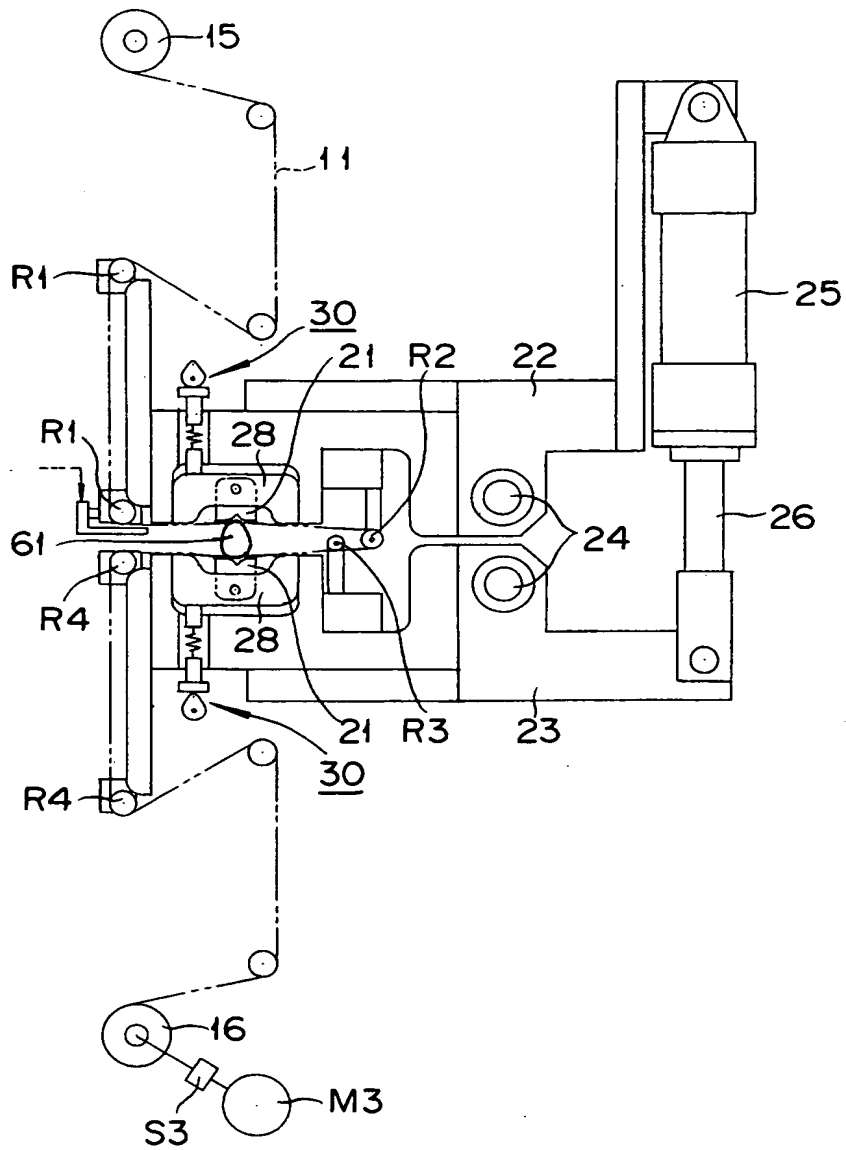
4 0…回転駆動ユニット（回転駆動手段）
5 0…オシレーションユニット（オシレーション手段）
6 0…カムシャフト（ワーク）
6 1…カムロブ部
1 0 0…コントローラ（制御手段）
b 1、b 2…カムロブ部のイベント部
M 1…主軸モータ
M 2…オシレーション用モータ
M 4…押付け用モータ
S 1…ロータリエンコーダ（検出手段）
S 2、S 3、S 4…ロータリエンコーダ
W…断面非真円の円弧状の加工面を有するワーク

【書類名】 図面

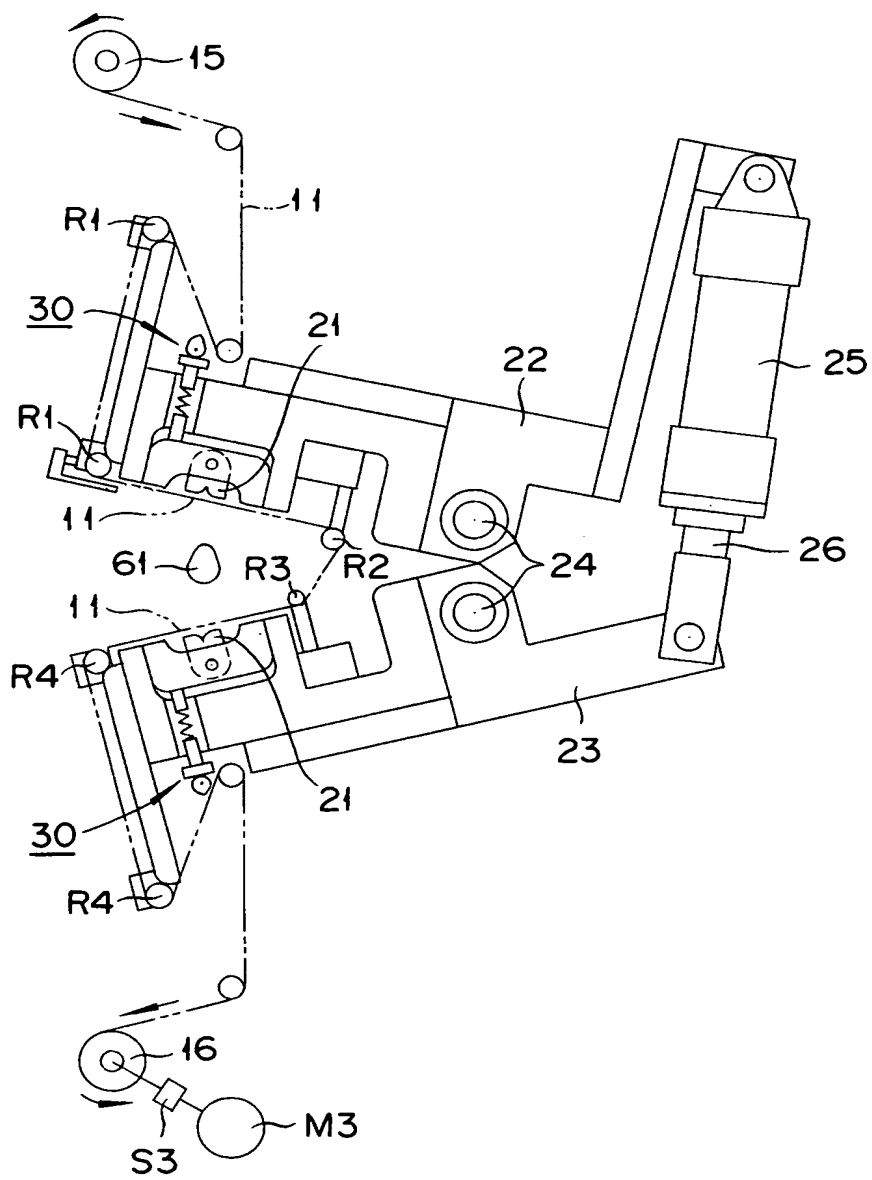
【図 1】



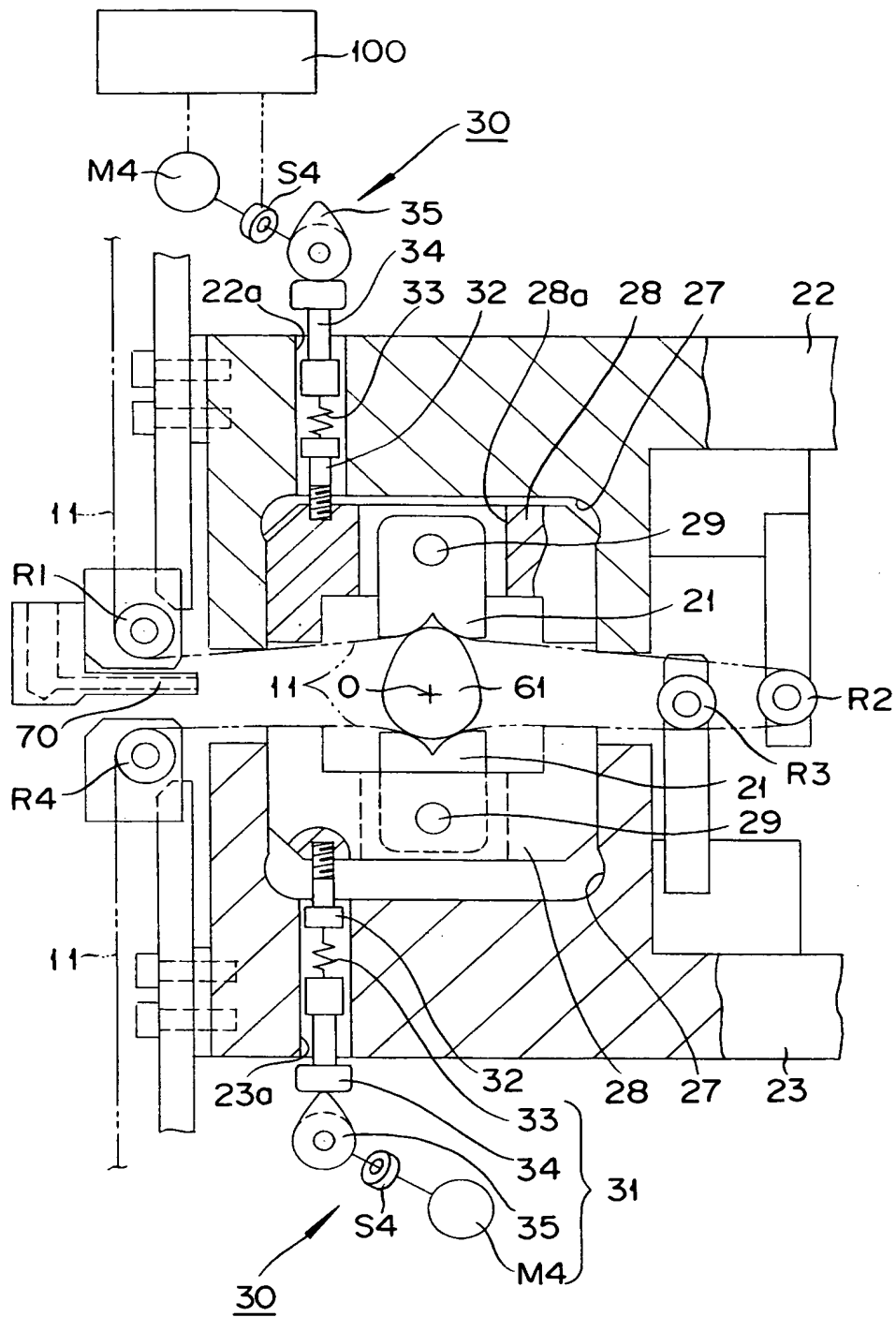
【図 2】



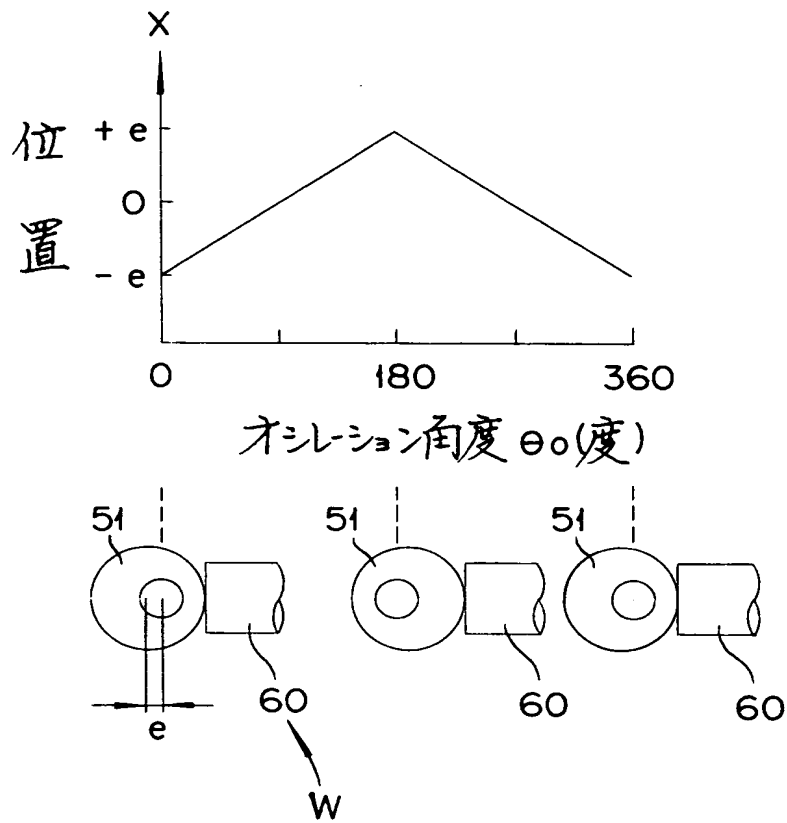
【図 3】



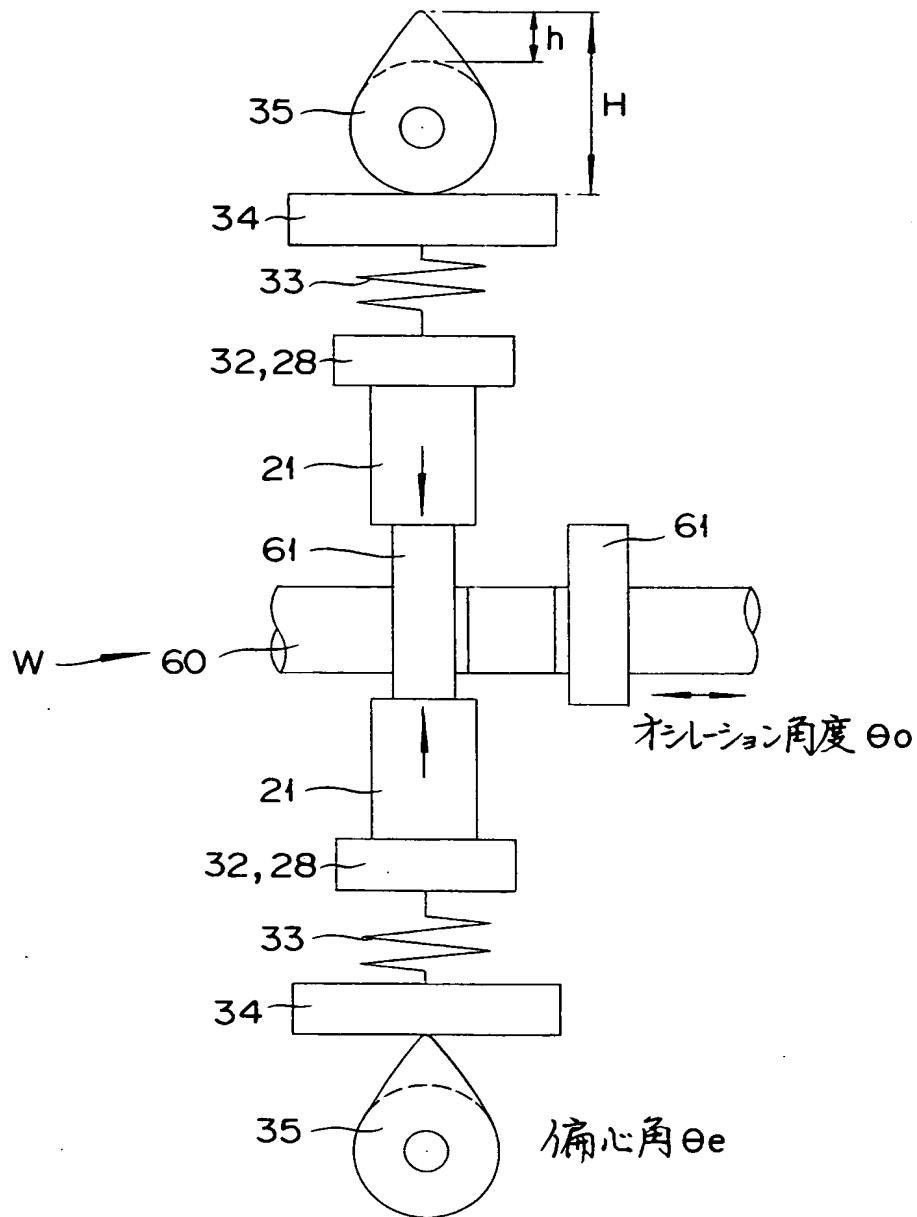
【図 4】



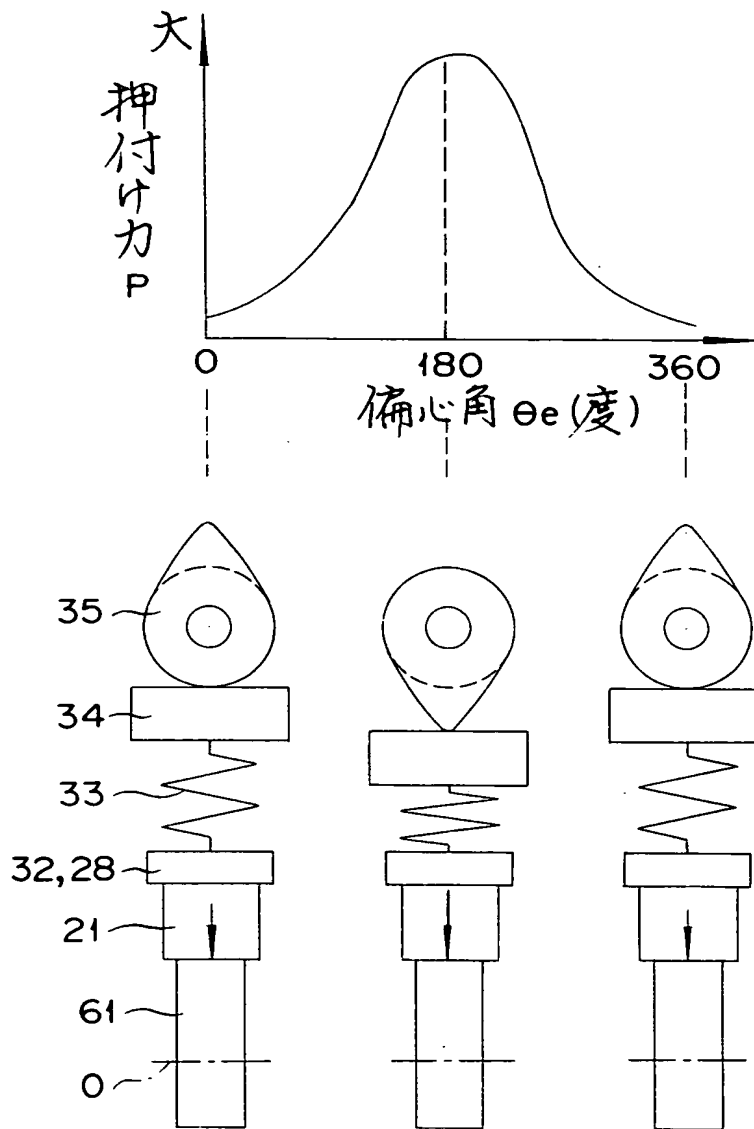
【図 5】



【図 6】

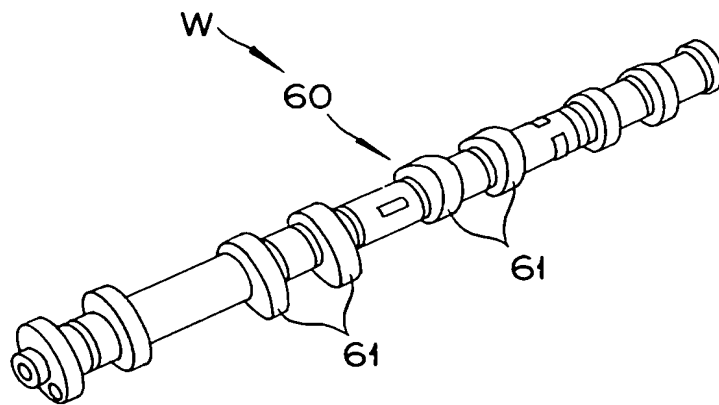


【図 7】

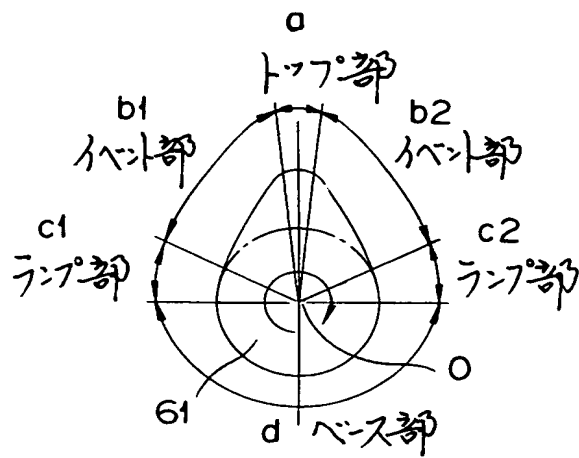


【図 8】

(A)

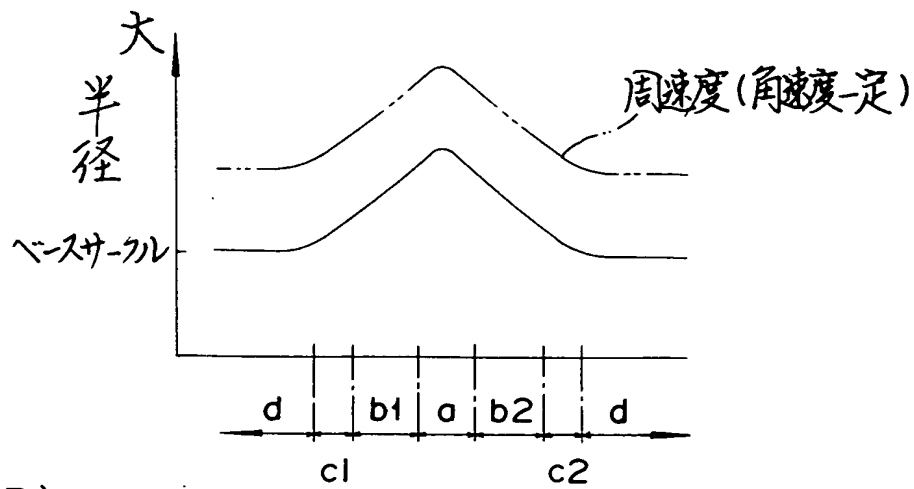


(B)

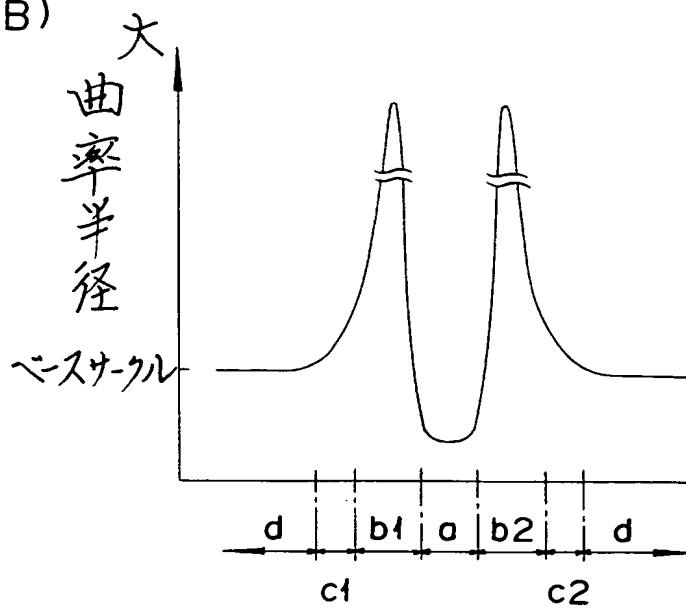


【図 9】

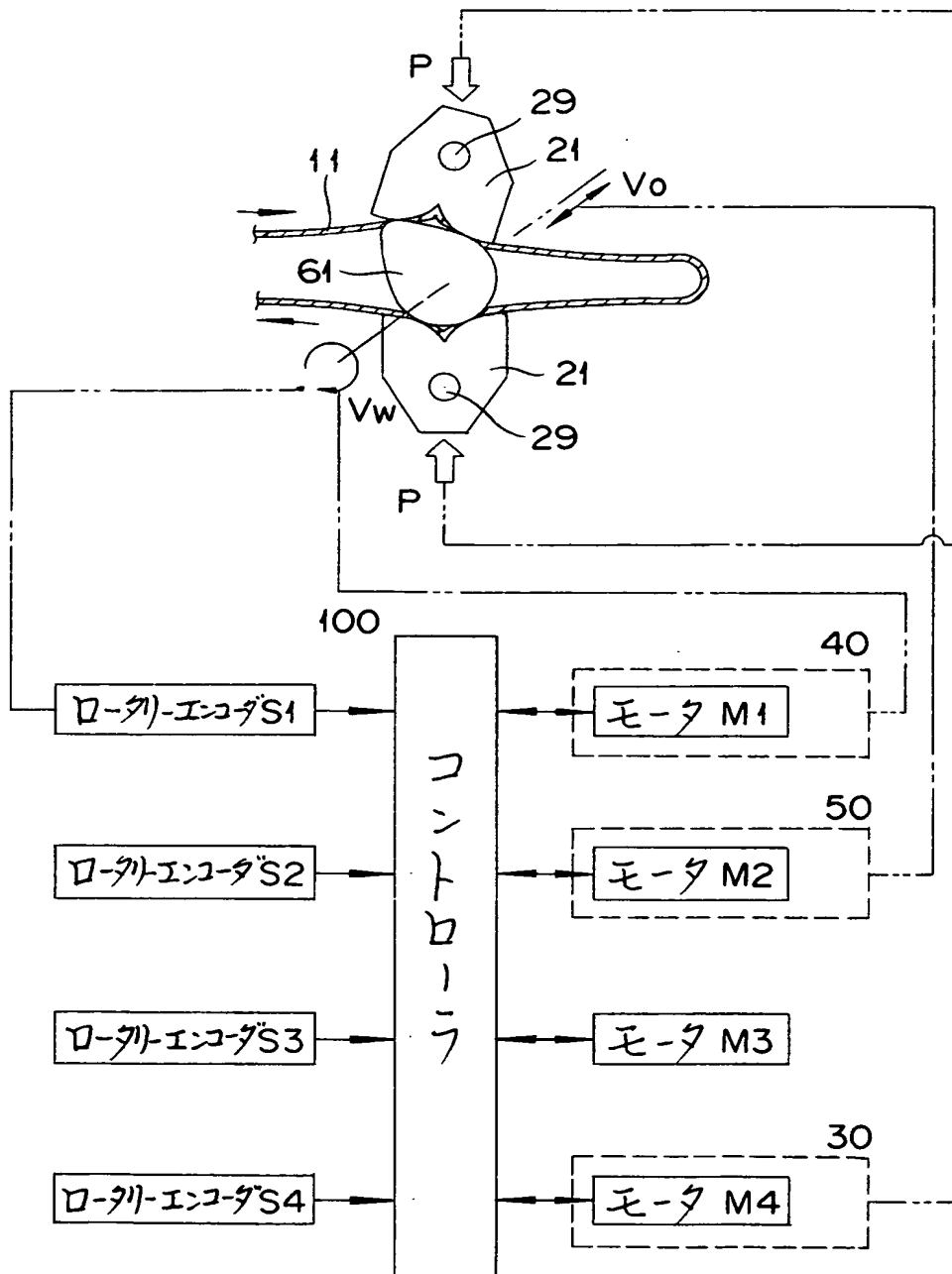
(A)



(B)

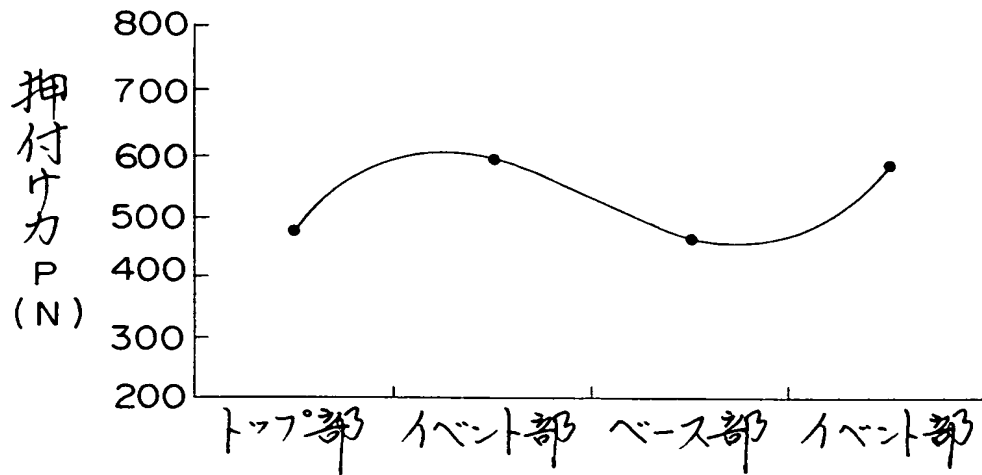


【図 10】

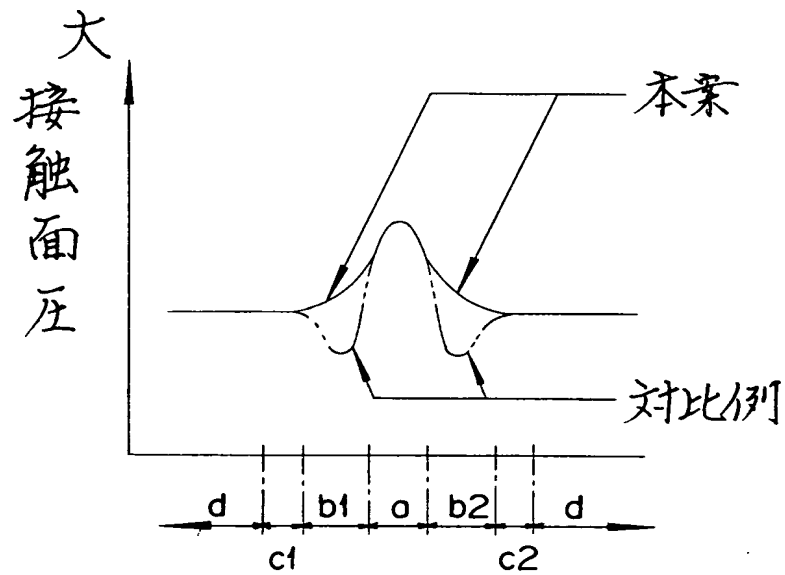


【図 11】

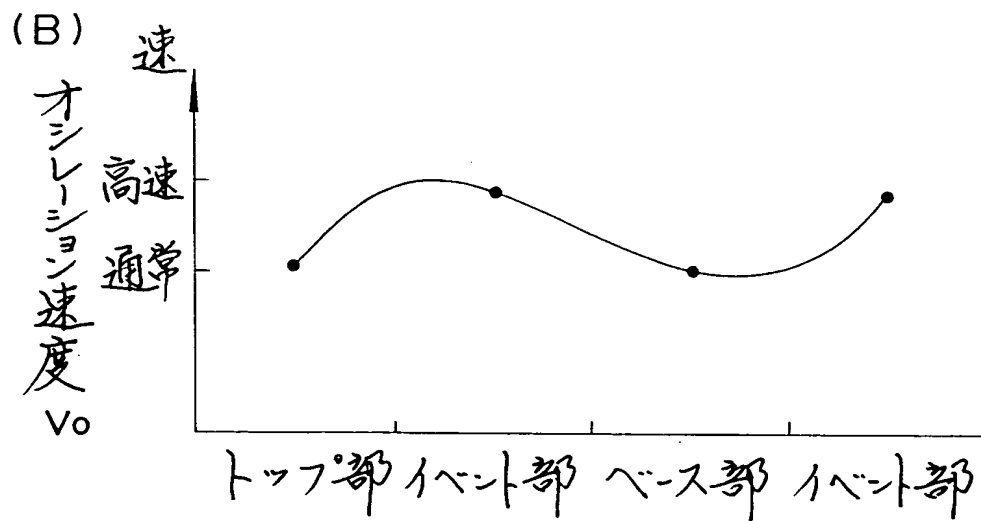
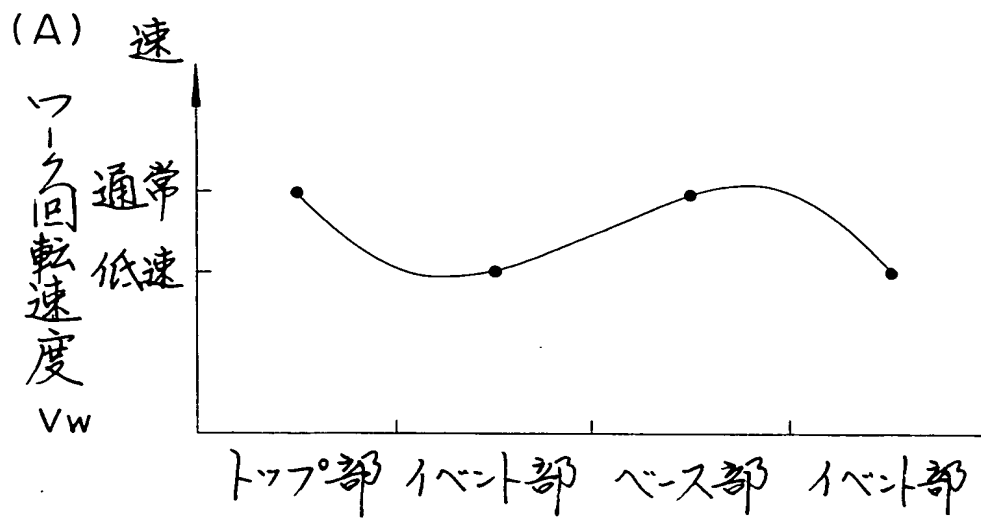
(A)



(B)



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 カムロブ部などの断面非真円の円弧状の加工面を有するワークに対してラッピング加工を施す際に、加工面の面粗度を均質化する。

【解決手段】 ラッピング加工装置 1 は、ラッピングフィルム 1 1 と、シュー 2 1 と、シューをワーク W に向けて押付けてラッピングフィルムの砥粒面をワークに押付けるシュー押付けユニット 3 0 と、ワークを回転駆動する回転駆動ユニット 4 0 と、ワークにオシレーションを付与するオシレーションユニット 5 0 と、ワークの回転位置を検出するロータリエンコーダ S 1 と、コントローラ 1 0 0 と、を有する。コントローラは、加工中におけるワークの回転位置に応じて、シュー押付け力、ワーク回転速度、および、オシレーション速度のうちの少なくとも 1 つを可変制御し、ワークの加工面における単位周長当たりの加工量を均一化する。

【選択図】 図 1 0

特願 2 0 0 3 - 0 3 4 0 6 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 9 9 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社